PCS 2428 / PCS 2059
Inteligência Artificial

Prof. Dr. Jaime Simão Sichman
Prof. Dra. Anna Helena Reali Costa

Introdução

Inteligência Artificial

- Definição e evolução histórica
- Aplicações
- Abordagens e problemas principais
- Comparação com a computação convencional
- O curso

2

Inteligência artificial (IA): definição

- Surgiu na década de 50
- Objetivo: desenvolver sistemas para realizar tarefas que, no momento:
  - são melhor realizadas por seres humanos que por máquinas, **ou**
  - não possuem solução algorítmica viável pela computação convencional

problemas que não possuem uma solução algorítmica

IA

problemas solúveis por seres humanos

3

Interação com outras disciplinas

4

Máquinas inteligentes?

evolução em direção ao paradigma dos agentes

Pensando	
"A automação de atividades que nós associamos com o pensamento humano" • *experimentos psicológicos*	"O estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais" • *pensando "corretamente", lógica.*
Pensam como humanos	*Pensam* racionalmente
Humano ↔	Racional
Agem como humanos	*Agem* racionalmente
"A arte de criar máquinas que realizam funções que requerem inteligência quando realizadas por pessoas" • *Teste de Turing*	"O ramo que estuda a automação de comportamento inteligente" • *Agentes inteligentes*
Agindo	

5

Evolução da IA

- Agindo humanamente (anos 50-70): Teste de Turing
  - Problema: "mito do cérebro eletrônico"
- Pensando humanamente (anos 50-60): simulação cognitiva *(Simon & Newell)*
  - Boas inspirações (GPS, Sistemas Especialistas,...) mas fraca justificativa para os resultados obtidos (e.g. tomada de decisão, solução de problemas, aprendizagem, etc.)
- Pensando racionalmente (anos 60-70): A escola logicista *(McCarthy)*
  - Desenvolvimento de formalismos de representação de conhecimento
  - Problemas: escassez de recursos computacionais, limitação dos tipos de inferências
- Agindo racionalmente (anos 80 em diante): Agente inteligente *(Newell, Minsky, Russel & Norvig)*
  - Abrangente (atividades), unificador (domínios da IA), excelente *framework* para projeto e análise de programas.

6

Aplicações da IA em...

- Matemática: demonstração de teoremas, resolução simbólica de equações, geometria, etc.
- Pesquisa operacional: otimização e busca heurística em geral
- Jogos: xadrez, damas, go, etc.
- Processamento de linguagem natural: tradução automática, verificadores ortográficos e sintáticos, interfaces para BDs, etc.
- Sistemas tutores: modelagem do aluno, escolha de estratégias pedagógicas, etc.
- Percepção: visão, tato, audição, olfato, paladar...
- Robótica (software e hardware): manipulação, navegação, monitoramento, etc.

7

Aplicações

- Sistemas especialistas: Atividades que exigem *conhecimento especializado e não formalizado*
  - Tarefas: diagnóstico, previsão, monitoramento, análise, planejamento, projeto, etc.
  - Áreas: medicina, finanças, direito, engenharia, química, indústria, arquitetura, arte, computação,...
- Computação/Engenharia:
  - Recuperação de informação (sobretudo na Web)
  - Programação automática
  - Interfaces adaptativas
  - Bancos de dados inteligentes
  - Mineração de dados (data mining)
  - Sistemas distribuídos
  - Controle e Robótica inteligente
  - Sensores inteligentes, etc.

8

Paradigmas de raciocínio

- Simbólico: metáfora lingüística
  - ex. sistemas de produção
- Conexionista: metáfora cerebral
  - ex. redes neurais
- Evolucionista: metáfora da natureza
  - ex. algoritmos genéticos
- Estatístico/Probabilístico
  - ex. redes bayesianas, sistemas nebulosos

9

Paradigma Simbólico

"A lei americana diz que é proibido vender armas a uma nação hostil. Cuba possui alguns mísseis, e todos eles foram vendidos pelo Capitão West, que é americano"

West é criminoso ou não?

- Como resolver automaticamente este problema de classificação?
- Segundo a *IA (simbólica)*, é preciso:
  - Identificar o ***conhecimento*** do domínio (modelo do problema)
  - Representá-lo utilizando uma ***linguagem*** formal de representação
  - Implementar um mecanismo de ***inferência*** para utilizar esse conhecimento

10

Conhecimento: Representação e Uso

- Raciocínio:
  - processo de construção de **novas sentenças** a partir de outras sentenças.
- Deve-se assegurar que o raciocínio seja plausível, correto *(sound)*

11

Revisitando o caso do cap. West

A) ∀ x,y,z Americano(x) ∧ Arma(y) ∧ Nação(z) ∧ Hostil(z) ∧ Vende(x,z,y) ⇒ Criminoso(x)
B) ∀ x Guerra(x,USA) ⇒ Hostil(x)
C) ∀ x InimigoPolítico(x,USA) ⇒ Hostil(x)
D) ∀ x Míssil(x) ⇒ Arma(x)
E) ∀ x Bomba(x) ⇒ Arma(x)
F) Nação(Cuba)
G) Nação(USA)
H) InimigoPolítico(Cuba,USA)
I) InimigoPolítico(Irã,USA)
J) Americano(West)
K) ∃ x Possui(Cuba,x) ∧ Míssil(x)
L) ∀ x Possui(Cuba,x) ∧ Míssil(x) ⇒ Vende(West, Cuba,x)

M) Possui(Cuba,M1) - *Eliminação: quantificador existencial e conjunção de K*
N) Míssil(M1)
O) Arma(M1) - *Modus Ponens a partir de D e N*
P) Hostil(Cuba) - *Modus Ponens a partir de C e H*
Q) Vende(West,Cuba,M1) - *Modus Ponens a partir de L, M e N*
R) Criminoso(West) - *Modus Ponens a partir de A, J, O, F, P e Q*

Paradigma Conexionista
Redes Neurais

- Definição "Romântica":
  Técnica inspirada no funcionamento do cérebro, onde neurônios artificiais, conectados em rede, são capazes de aprender e de generalizar.
- Definição "Matemática":
  Técnica de aproximação de funções por regressão não linear.
- É uma outra abordagem:
  - linguagem ➔ redes de elementos simples
  - raciocínio ➔ aprender diretamente a função entrada-saída

13

Redes Neurais – um exemplo

14

Paradigma Evolutivo

- EVOLUÇÃO
  - diversidade é gerada por cruzamento e mutações
  - os seres mais adaptados ao seus ambientes sobrevivem (seleção natural)
  - as características genéticas de tais seres são herdadas pelas próximas gerações

Paradigma Evolutivo

- Definição:
  - Método probabilístico de busca para resolução de problemas (otimização) "inspirado" na teoria da evolução
- Idéia:
  - indivíduo = solução
  - faz evoluir um conjunto de indivíduos mais adaptados por cruzamento através de sucessivas gerações
  - *fitness function* f(i): R → [0,1]

16

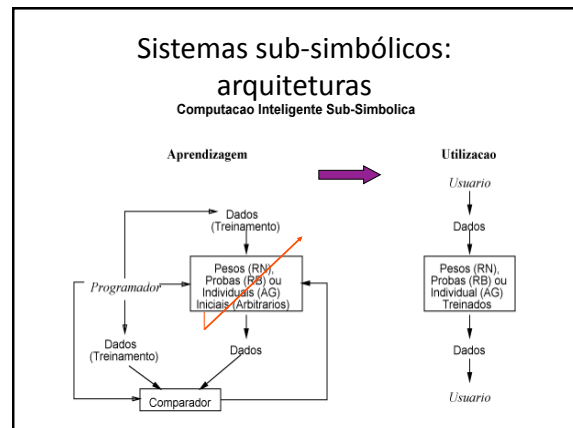
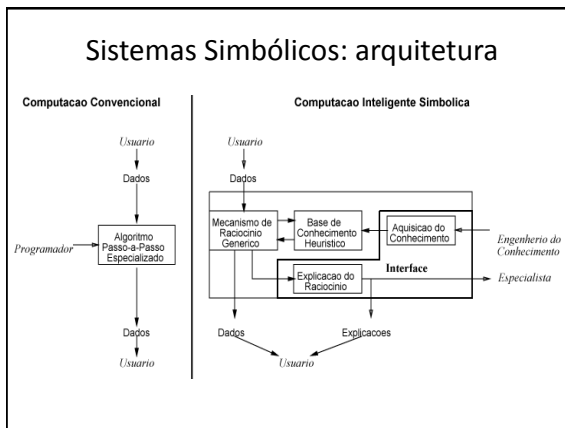
Paradigma Estatístico/Probabilístico

- Utiliza a teoria da probabilidade e a teoria da utilidade, compondo a teoria da decisão, como base para raciocinar num mundo com incertezas (de crenças, percepções, ações, etc).
- Problemas: amostras (quantidade, representatividade), falta de formalismo para representar e usar informação de independência condicional, grande quantidade de dados...
- Vantagem sobre lógica clássica: permite tomar uma decisão mesmo quando não tem informação suficiente para provar que alguma ação irá funcionar.

17

Paradigma Estatístico/Probabilístico

- Probabilidade ➔ grau de crença (*belief*)
  - Ex.: 80% de crença de que A é verdade ➔ em cada 10 casos, A é verdade 8 vezes e falso 2 vezes ➔ compromisso ontológico da probabilidade é o mesmo da lógica: os fatos (A) são verdadeiros ou falsos.
- Lógica nebulosa (*Fuzzy*) ➔ grau de verdade (*truth*)
  - Ex. Um evento pode ser "uma certa" verdade. É uma forma de especificar quão bem um objeto satisfaz uma descrição vaga.
  - "João é alto." Isso é verdade ou falso, sabendo que ele mede 1,75m de altura? – não há incerteza no mundo exterior (sabe-se a altura de João), há incerteza no significado lingüístico de "alto".

18

Computação convencional x IA: classes de problemas

- Solução matemática (NÃO), conhecimento (SIM)
  → IA simbólica
- Modelo do problema (NÃO), exemplos de solução (SIM)
  → IA (aprendizagem)
- Autonomia, adaptabilidade, interoperabilidade, ...
  → IA simbólica/aprendizagem
- Repositório de conhecimento especialista (expertise)
  → IA simbólica

21

Computação convencional x IA: metas

- Tarefas para as quais os seres humanos são
  - **Ineficientes** *x* Eficientes
- Completude da entrada
  - **Completo** x Incompleto
- Fornecimento de explicações inteligíveis
  - Não x Sim
- Adaptabilidade para novas instâncias do problema
  - Não x Sim
- Privilégio das soluções heurísticas
  - Não x Sim

22

Computação convencional x IA: métodos

- Algoritmo passo a passo *x*
  Mecanismo geral de inferência + conhecimento
  ... ou então aprendizado
- Dados e controle embutidos em código procedimental *x*
  Separação entre conhecimento declarativo e controle
- SPIV (specify prove implement verify) *x*
  RUDE (run understand debug edit)
- Linguagens de programação: imperativas *x* "alto-nível" (funcional, lógica, baseada em restrições)

IA: Usa metáforas de *sistemas naturais* (neurônio, evolução, memória, sociedade, língua,...)

23

IA no Brasil

- Fracamente representada nas *graduações* em computação
  - no máximo, 1 disciplina obrigatória
  - no melhor dos casos, depois do sexto período
  - Ementa restrita e desatualizada
- Economicamente ainda incipiente
  - por falta de demanda ou de profissionais bem formados?
- Visão "distorcida e incompleta" do que é IA
- No exterior é o contrário
  - MIT, Stanford, Carnegie Mellon, Berkeley, Imperial College, Cambridge
  - Mercado fatura alto

24

O curso

- Agentes Inteligentes (arquiteturas)
- Representação de Problemas
- Busca: Não Informada e Informada (heurísticas), Local
- Jogos: Minimax
- Planejamento de atividades
- Lógica Nebulosa
- Aprendizado de máquina.

25

Material e avaliação

- Material do curso:
  Moodle da USP
  http://disciplinas.stoa.usp.br
- Avaliação:
  (2P1 + T + 3P2) / 6 = média final
  P1 e P2: Provas individuais
  T: Trabalhos práticos / Leituras

26

Bibliografia

Stuart Russel, Peter Norvig.
Artificial Intelligence: a modern approach.
2nd edition. Prentice Hall, 2003.
ISBN: 0-13-790395-2
Versão traduzida:
Inteligência Artificial.
(tradução de Vandenberg D. de Souza, revisão de Raul Wazlawick, UFSC)
Elsevier Editora Ltda, 2004.
ISBN: 85-352-1177-2
Versão mais atual: 3rd. edition

27

Bibliografia Complementar

George Luger. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Addison Wesley, 4th. ed., 2002.

Nils Nilsson. Artificial Intelligence: A New Synthesis. Morgan Kaufmann, 1998.

Ivan Bratko. Prolog Programming for Artificial Intelligence. Addison Wesley, 3rd. ed., 2001.

Michael Genensereth and Nils Nilsson. Logical Foundations of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, 1988.

Ronald Brachman and Hector Levesque. Knowledge Representation and Reasoning. Morgan Kaufmann, 2004.

28